

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/051739 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 21/764

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/004014

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Dezember 2003 (05.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 57 098.1 5. Dezember 2002 (05.12.2002) DE

(61) Zusatzanmeldung zu früherer Anmeldung oder früherem Patent:
DE PCT/DE03/04014 (POA)
Angemeldet am 5. Dezember 2003 (05.12.2003)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): X-FAB SEMICONDUCTOR FOUNDRIES AG [DE/DE]; Haarbergstrasse 67, 99097 Erfurt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FREYWALD, Karlheinz [DE/DE]; Ammertalweg 9, 99086 Erfurt (DE).

(74) Anwälte: LEONHARD, Reimund usw.; Leonhard Olge-moeller Fricke, Postfach 10 09 62, 80083 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

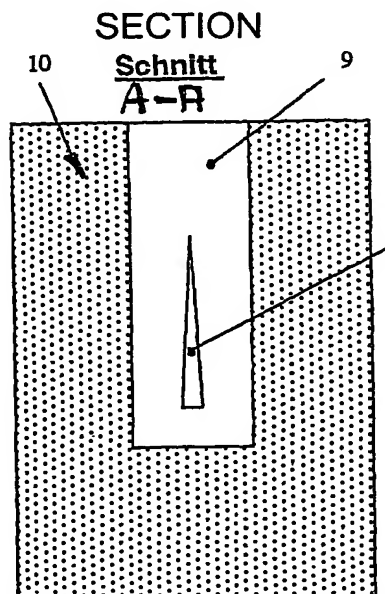
Erklärung gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CREATION OF HERMETICALLY SEALED, DIELECTRICALLY ISOLATING TRENCHES

(54) Bezeichnung: ERZEUGEN HERMETISCH DICHT GESCHLOSSENER, DIELEKTRISCH ISOLIERENDER TRENNGRA-BEN (TRENCHES)



(57) Abstract: The invention relates to a method, which enables the production of an assembly comprising hermetically sealed, filled isolation trenches (1, 2), as required in the production of modern MEMS containing sensor components in hermetically sealed, cavities (8). Production is achieved by a slight enlargement (2, 3) of the isolation trench at specific points and by the use of a low-pressure deposition method for the trench isolation material. Sealing points laterally seal the hollow channels (5) that remain in trenches of a normal width in the longitudinal direction of the trench. The deposition method ensures the deposition of an approximately isotropic material and eliminates the risk of dangerously high gas residues in the cavities (8).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren, das eine Anordnung mit hermetisch dicht gefüllten Isolationsgräben (2,1) herzustellen gestattet, wie sie bei der Erzeugung von modernen MEMS mit Sensorkomponenten in hermetisch dicht abgeschlossenen Hohlräumen (8) nötig sind. Das wird durch eine geringfügige Verbreiterung (2,3) des Isolationsgrabens an definierten Stellen und dem Einsatz eines Niederdruck-Abschideverfahrens für das Grabenisolationsmaterial erreicht. Dichtpunkte sorgen für das seitliche Verschließen von im normal breiten Graben verbliebenen Hohlkanälen (5) in Längsrichtung des Grabens. Das Abschideverfahren sorgt für annähernd isotrope Materialabscheidung und dafür, dass in den verschlossenen Hohlräumen (8) keine Gefahr drohend hoher Gasreste zurückbleibt.

WO 2004/051739 A1



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

WO 2004/051739

PCT/DE2003/004014

**Erzeugen hermetisch dicht geschlossener
dielektrisch isolierender Trenngräben (trenches)**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Herstellung von dielektrisch voneinander isolierten Strukturen mittels verfüllter, hermetisch dicht geschlossener Isolationsgräben zur Erzeugung von mechanisch-elektrischen Sensorstrukturen, die für ihre Funktion einen hermetisch dichten Hohlraum benötigen, in dem sich die beweglichen Sensorelemente befinden. Die gewöhnlichen Trenngräben zur dielektrischen Isolierung verschiedener elektronischer Schaltungsteile voneinander erfüllen nicht automatisch die Bedingungen für die Herstellung von mikroelektromechanischen Systemen (MEMS), bei denen die Ausbildung der Hohlräume für die mechanisch beweglichen Sensorelemente auch über voneinander grabenisolierte Schaltungen, bzw. Schaltungsteile hinweg notwendig ist.

Verfüllte Grabenstrukturen werden eingesetzt zum Beispiel zur dielektrischen Isolation von Hochvoltelementen, siehe **DE-A 198 28 669** oder zur dielektrischen und kapazitätsarmen Isolation bei integrierten HF-Elementen und zur Erzeugung isolierter Bereiche für elektromechanische Strukturen, siehe **DE-C 100 29 012**. Verfüllte Grabenstrukturen werden vorzugsweise für SOI-Scheiben als auch für einkristalline Halbleiterscheiben zur dielektrischen Rundum-Isolation von Source-/Drain-Bereichen in CMOS-Schaltung verwendet, vgl. **DE-A 197 06 789**.

Die elektrischen, mechanischen sowie thermischen Anforderungen an derartige Grabenstrukturen und deren Verfüllung sind je nach Technologie und den nachfolgenden erforderlichen technologischen Schritten (z.B. Integration in eine CMOS-Technologie) verschieden. Daher werden auch verschiedene Materialien und Verfahren zum Verfüllen von derartigen elektrisch isolierenden Grabenstrukturen eingesetzt. Die angewendeten Materialien sind vorzugsweise Siliziumdioxid, Siliziumnitrid, Polysilizium oder organische Stoffe, wie Polyamide. Im allgemeinen wird auf eine hohlraumfreie oder hohlraumarme Verfüllung Wert gelegt, um Gaseinschlüsse zu vermeiden. Die dafür erforderlichen Verfahrensbedingungen lassen sich jedoch nur selten mit denen einer hochintegrierten Schaltkreistechnologie in Einklang bringen und sind im Fall der Anpassung sehr aufwendig.

In den meisten Fällen werden Grabenformen gewählt, die entweder senkrechte Wände aufweisen oder sich nach unten hin V-förmig verengen, um ein hohlraumfreies Verfüllen zu erleichtern, vgl. **JP-A 2002 100 672**, "Forming method of isolation trench".

Die fortgeschrittene Entwicklung auf diesem Gebiet bezieht mechanisch elektrische Strukturen in den komplexen Halbleiterproduktionsprozess (z.B. mit CMOS-Technologie) mit ein und erfordert so die Realisierung von hermetisch dichten Hohlräumen (Kavitäten) für die Funktionalität dieser mechanisch beweglichen Strukturen, vgl. **DE-A 100 17 976**. Beim Auffüllen des Grabens kommt es leicht zu kanalförmigen Hohlräumen im Inneren des Grabens durch ein schnelleres Zusammenwachsen des Füllmaterials an der Grabenoberseite, das von den oberen Grabenkanten ausgeht. Die Hohlräume können die Grenze des hermetisch dicht geforderten Sensorhohlraums durchtunneln und damit über die Schädigung des eigentlichen Sensorelementes zum Ausschuss des Bauelementes führen.

Für besondere Anforderungen an die Grabengeometrie, wo senkrechte Seitenwände oder V-förmige Querschnitte nicht realisierbar sind und unterschrittene Kanten zugelassen sind, muss nach neuen Lösungen gesucht werden.

Aufgabe der Erfindung ist die Beseitigung der geschilderten Mängel beim Verfüllen von Isolationsgräben mit gewöhnlichen Querschnitten, die mit den beim Verfüllen entstehenden lateral durchgängigen Hohlraumkanälen zusammenhängen, mit dem Ziel der Gewährleistung hermetischer Dichtigkeit der Hohlräume für die mechanisch-elektrischen Sensorstrukturen in Verbindung mit dem hermetisch dichten Scheibenbonden. Es soll ausserdem ein möglichst einfaches und kostengünstiges Verfahren angegeben werden, das ein hermetisch dichtes Verschließen möglicher, sich in lateraler Richtung ausdehnender, beim Verfüllen der Isolationsgräben entstehender Hohlraumkanäle gewährleistet. Derartig bearbeitete Scheiben sollen in einem gewöhnlichen CMOS-Prozess weiter prozessierbar sein.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass an zumindest einer definierten Stelle im Grabenverlauf jeweils in einem kurzen Bereich (Abschnitt) der Graben um einen geringen Betrag verbreitert wird (Dichtpunkte oder -stellen) und zum Verschließen ein Abscheideverfahren (Niederdruckabscheidung) für die Ablagerung des Füllmaterials eingesetzt wird, welches annähernd mit Vakuum arbeitet (Anspruch 1 oder 5). Es ergibt sich eine Grabengeometrie mit zumindest zwei schmalen Abschnitten und einem diese beiden verbindenden, breiteren Zwischenabschnitt (Anspruch 13).

Die Dichtungsstellen oder -punkte können je nach Anforderung mehrfach wiederholt werden.

Das Prinzip der Abdichtung erfolgt auf Basis einer dreidimensionalen Verfüllung im Bereich des jeweiligen Dichtungspunktes. Die Stellen des verbreiterten Grabens bleiben bei der Schichtabscheidung zur Verfüllung des Grabens länger frei (offen) als die sich unmittelbar anschließenden Grabenbereiche mit normaler Breite.

Wenn beim Verfüllen sich der normale Graben nach oben schließt und bereits restliche parasitäre Hohlräume verblieben sind, gibt es normalerweise keine Chance mehr, weiteres Material zur Auffüllung dieser verbliebenen Hohlräume heranzuführen. Erfindungsgemäß wird jedoch aus dem verbreiterten Grabengebiet, das zu diesem Zeitpunkt noch offen ist, nun auch eine seitliche Abscheidung in lateraler Richtung des Grabenverlaufs erfolgen. Diese seitliche Abscheidung bewirkt eine Verfüllung in die verbliebenen Hohlräume von der Stirnseite her (dreidimensionalen Verfüllung) und verstopft den Hohlraum im normal breiten Kanalgebiet von der Längsseite her, ehe auch die etwas breitere Kanalstelle langsam nach oben zuwächst, wo naturgemäß ein etwas größerer restlicher Hohlraum entsteht, der aber nicht stört, weil nach beiden Seiten und nach oben eine hermetische Abdichtung erfolgt.

Mit dieser hermetischen Abdichtung wird erreicht, dass jeder nachträgliche Gasaustausch und damit die schädliche Eigenschaft des Gasdurchlasses bei lateral verlaufenden Hohlräumen in verfüllten Gräben verhindert werden kann.

Das annähernd mit Vakuum arbeitende (Anspruch 10) Schichtabscheideverfahren bringt eine weitestgehende isotrope Verfüllung in die erweiterten Grabenabschnitte und sorgt in den parasitär verbleibenden Hohlräumen dafür, dass ein (nahezu gutes) Vakuum vorhanden ist.

Da sich nunmehr (fast) kein Gas mehr in den hermetisch verschlossenen restlichen Hohlräumen befindet, können anschließend auch Hochtemperaturprozesse eingesetzt werden, ohne ein Bersten solcher restlicher Hohlräume befürchten zu müssen.

An die Grabenform und Steilheit der Seitenwände werden bei diesem Verfahren keine besonderen Anforderungen gestellt.

Die Bedeutung der erfindungsgemäßen Lösung kommt vor allem dann zum Tragen, wenn verbleibende Hohlräume ohne zusätzlichen Aufwand beim Verfüllen nicht zu vermeiden sind.

...

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen erläutert und ergänzt, wobei darauf hingewiesen wird, daß es sich bei der folgenden Darstellung um die Beschreibung von bevorzugten Beispielen der Erfindung handelt.

Figur 1 ist eine schematische Darstellung einer im Grabenverlauf (Kanal) eingefügten geringfügigen Kanalverbreiterung 2 in Aufsicht.

Figur 2,
Figur 2a,
Figur 2b veranschaulichen eine schematische Darstellung und zwei Schnitte A-A sowie B-B bei einer im Grabenverlauf eingefügten geringfügigen Verbreiterung, wobei die Grabengebiete der normalen Breite b_1 bereits nach oben hin verschlossen sind. Eine Schichtabscheidung erfolgt nur noch im geringfügig verbreiterten Kanalgebiet 2.

Figur 3,
Figur 3c zeigen die Grabenverfüllung 9 in der Grabenverbreiterung b_2 (Kanalverbreiterung) und das Verschließen parasitär verbliebener Hohlräume.

Figur 4,
Figur 4d,
Figur 4e,
Figur 4f zeigen das Ergebnis der Grabenverfüllung 9 mit hermetischer Abdichtung der parasitär verbliebenen Hohlräume im Grabengebiet anhand verschiedener Grabenquerschnitte (Fig. 4d,e,f) an unterschiedlichen Stellen des gesamten Grabens 1,2,1 nach Figur 4.

Figur 1 zeigt die Grabenverbreiterung 2 als Kanalverbreiterung b_2 , die mit beiden Seiten (Stirnenden) an das Grabengebiet 1 (Kanal) mit normaler Breite b_1 angrenzt. Der Übergangsbereich 3 zwischen beiden Grabenregionen soll konisch erfolgen. In den **Figuren 2** und den Schnitten der **Figuren 2b,2a** ist schematisch eine Schichtabscheidung an den beiden Seitenwänden 4 dargestellt. Die Abscheidung (siehe schwarze Pfeile, Figur 2b) findet gleichermaßen an den Seitenwänden 4 im Bereich der geringfügigen Grabenverbreiterung 2 statt, Figur 2b, nachdem im Gebiet 1 bereits der Graben nach oben verschlossen ist und ein kleiner Hohlraum/Kanal 5

entstanden ist, Figur 2a. Die Gräben (der Kanal) befinden sich innerhalb der Siliziumumgebung 10.

Die Grabenverfüllung 9 ist ein Füllstoff, der abgeschieden wird. Er sorgt dafür, dass die normal breiten Grabenabschnitte 1 in Figur 1 (links und rechts der konischen Aufweitungen der Grabenbreite b_1 hin zur geringfügig breiteren Grabenbreite b_2 des Abschnittes 2) verschlossen werden. Beim Füllen im Bereich der normal breiten Gräben schließen die oberen Grabenbereiche früher als in dem auf b_2 verbreiterten Grabenabschnitt 2. Im oberen Grabenbereich liegt dann Füllmaterial, unter Belassung von sich bildendem Hohlraum (Hohlraumkanal 5) in Längsrichtung des Grabens, hier den Abschnitten 1 von Figur 1 oder der Figur 2. Mit einer Niederdruck-Materialabscheidung in dem verbreiterten Grabenbereich (dem Längsabschnitt 2) werden die Hohlraumkanäle in Längsrichtung hermetisch dicht verschlossen. Diese Materialabscheidung ist eine Niederdruck-Materialabscheidung, bei der ein Druck nahe Vakuum eingesetzt wird. Dabei kommt ein Schicht-Abscheideverfahren zum Einsatz, welches eine weitgehend isotrope Verfüllung in dem erweiterten Grabenabschnitt erreicht. Dort parasitär verbleibende Hohlräume werden kaum Druck aufweisen, vielmehr ein nahezu gutes Vakuum besitzen, aufgrund des mit Niederdruck arbeitenden Abscheideverfahrens.

Die Abdichtung erfolgt auf der Basis einer in allen Richtungen erfolgenden Verfüllung (dreidimensionalen Verfüllung) des Grabens in seiner gesamten Längsrichtung, wobei dazu die schmälere Abschnitte 1, die konisch sich aufweitenden Abschnitte 3 und der geringfügig erweiterte, die Breite b_2 besitzenden Grabenabschnitt 2 gehören. Mehrere dieser einzelnen Abschnitte können sich aneinanderreihen, in Figur 1 ist nur eine Verbreiterung 2 mit benachbarten konischen Abschnitten 3 und schmälere Kanalabschnitten 1 gezeigt.

Die zumindest eine Stelle 2, bei mehreren Abschnitten 2 die mehreren geringfügig breiteren Grabenabschnitte, verbleiben bei der Schichtabscheidung zur Verfüllung länger offen, als die Abschnitte 1 mit normaler Breite b_1 . Aus dem verbreiterten Grabengebiet 2, das zum Zeitpunkt des Schließens der schmälere Abschnitte 1 noch offen ist (nach oben offen), kann nun auch eine seitliche Abscheidung in lateraler Richtung des Grabenverlaufs erfolgen. Diese seitliche Abscheidung bewirkt eine Verfüllung in die verbliebenen Hohlräume von der Stirnseite als dreidimensionale Verfüllung und verstopft auch den (parasitären) Hohlraum im normal breiten Kanalgebiet 1 von der Längsseite her. Erst später wächst auch der der breitere Kanalabschnitt 2 langsam nach oben zu, unter Bildung eines etwas größeren

Hohlraums, der in Figur 2b angedeutet (der innere, offene Bereich) und der in den folgenden Figuren näher erläutert wird. Dieser Abschnitt stört nicht, weil nach beiden Seiten und nach oben eine hermetische Abdichtung erfolgt ist.

Nachträglicher Gasaustausch wird vermieden. In den verbliebenen Hohlräumen verbleibt kaum Gas unter Druck, so dass anschließende Prozess in der Temperatur beliebig eingesetzt werden können, ohne ein Bersten von verschlossenen Kanälen durch sich aufbauenden Überdruck in den Hohlräumen 5, oder den zu beschreibenden größeren Hohlräumen 8 nach Figur 4f befürchten zu müssen.

Anders als bekannte Verfahren, die Hohlräume (Voids oder Lunker) zu vermeiden suchen, kann das anhand der Figuren 2 erläuterte Verfahren, das in den folgenden Figuren vertieft wird, mit solchen Hohlräumen leben, sie dulden und dennoch von diesen Hohlräumen ausgehende Schwierigkeiten bei der weiteren Prozessierung vermeiden. Die Trenngräben, kurz "trenches", werden mit einem Abscheideverfahren gefüllt und sind hermetisch dicht verschlossen. Sie werden eingesetzt zur dielektrischen Isolation auf der Scheibe.

Die **Figuren 3 und 3c** zeigen eine schematische Darstellung einer im Grabenverlauf 1 eingefügten geringfügigen Grabenverbreiterung 2, Figur 3, wobei die Grabengebiete 1 mit normaler Breite b_1 bereits nach oben hin verschlossen sind. In dieser Phase werden nur noch die Seitenwände 4 in der Grabenverbreiterung 2 beschichtet und es erfolgt auch die erfindungsgemäße seitliche Verfüllung der parasitär verbliebenen Hohlräume an der Stelle der seitlichen Verfüllung 6, Figur 3c.

Die Dimensionierung des Abscheidungsprozesses und der Grabenanordnung erfolgen derart, dass eventuell verbleibende seitliche Hohlräume völlig abgedichtet sind, bevor sich der Grabenabschnitt mit der geringfügigen Verbreiterung nach oben hin schließt, und damit eine weitere Verfüllung nicht mehr stattfinden kann.

Die Schichtabscheidung erfolgt bei den Figuren 3,3c nur noch im verbreiterten Kanalabschnitt 2, bzw. dessen Gebiet, mit einem besonderen Augenmerk auf die seitliche Verfüllung der restlichen verbliebenen Hohlräume.

Die **Figuren 4** sowie die Schnitte der **Figuren 4d,4e,4f** zeigen schematisch das Ergebnis nach abgeschlossener Grabenverfüllung. Die Figuren 4d bis 4f sind drei Querschnittsbilder entlang der Ebenen E-E, F-F und G-G nach Figur 4.

- Figur 4d Schnitt D zeigt den kleineren verbliebenen Hohlraum 5 im normalen Grabengebiet 1.
- Figur 4e Schnitt E zeigt den hermetisch dichten Verschluss 7 im Bereich des konischen Zwischen- oder Übergangsbereiches 3.
- Figur 4f Schnitt F zeigt den etwas größeren verbliebenen Hohlraum 8 im Bereich der geringfügigen Grabenverbreiterung 2, auch bedeckt von Füllmaterial 9.

Figur 4 veranschaulicht in Aufsicht das zu verfüllende Grabengebiet in den Abschnitten 1, 2 und erneut 1. Die entsprechenden Angaben von Figur 1 können ohne weiteres hier übertragen werden.

Die geringe Grabenverbreiterung der Breite b_2 (bzw. b_2-b_1) und der konische Übergangsbereich 3 mit schräg zur Mittelebene verlaufenden Wänden sind ersichtlich. Es gibt zwei Übergangsbereiche 3 pro einem geringfügig verbreiterten Grabenabschnitt 2 im Zuge des Gesamtgrabens 1, 2, 1. Dieser wird auch Kanal bezeichnet. In den Schnittdarstellungen ist der Schnitt D-D im Bereich des schmäleren Grabenabschnitts 1 vorgesehen. Es ist ein kleiner verbleibender Hohlraum 5 ersichtlich, der oben bereits durch Füllmaterial 9 verschlossen ist. Eine weiter nach unten in Figur 4 verlagerte Schnittebene E-E zeigt einen hermetisch dichten Verschluss an der Dichtungsstelle 7, die auch "Dichtungspunkt" genannt wird.

Es ist kein verschlossener Hohlraum oder innerer Kanal 5 mehr zu sehen. Das hermetisch dichte Verschließen 7 erfolgt an der Stelle der seitlichen Verfüllung 6. Der hermetisch dichte Verschluss 7 liegt im Bereich des konischen Abschnitts 3.

Näher zum schmalen Grabenabschnitt 1 liegt die seitliche Verfüllung 6, näher zum verbreiterten Abschnitt 2, oder im verbreiterten Abschnitt 2 liegt ein etwas vergrößerter, verbliebener Hohlraum 8, der ebenfalls oben durch Füllmaterial 9 verschlossen ist, aber im Zuge des Verfahrens später verschlossen wurde als das obere Verschließen 9 von Figur 4d.

Mit 10 ist wiederum, wie bei allen anderen Beispielen, die Silizium-Umgebung der Scheibe gezeigt.

Die verbreiterten Grabenstellen 2 als "Dichtungsstellen" des Kanals in der Nähe von Verbindungsflächen von zwei Halbleiterscheiben, beim Bonden dieser beiden Scheiben,

werden dichter angebracht als entlang der anderen Teile der Isolationsgräben (nicht graphisch dargestellt).

Die Anwendung des Verfahrens ergibt selbstverständlich die mit der vorgenannten Verfahrensbeschreibung auch ersichtlichen Grabenstrukturen als Einrichtung auf oder mit einer Scheibe, die Trenngräben aufweist, welche hermetisch dicht verschlossen sind und zur dielektrischen Isolierung dienen. Das Füllen geschah mittels Abscheideverfahren, wie beschrieben.

Bezugszeichenübersicht

Figur 1

- 1: zu verfüllendes Grabengebiet
- 2: geringfügige Grabenverbreiterung
- 3: konischer Übergangsbereich

Figuren 2,2a,2b

- 1: zu verfüllendes Grabengebiet
- 2: geringfügige Grabenverbreiterung (Graben, geringfügig verbreitert)
- 4: Seitenwände der geringfügigen Grabenverbreiterung
- 5: kleiner verbleibender Hohlraum im Bereich des normalen Grabengebietes
- 9: Material, mit dem der Graben verfüllt ist
- 10: Silizium-Umgebung
- Pfeile zwischen den Wänden 4: Richtung der Schichtabscheidung

Figuren 3,3c

- 1: zu verfüllendes Grabengebiet
- 2: geringfügige Grabenverbreiterung
- 3: konischer Übergangsbereich
- 4: Seitenwände der geringfügigen Grabenverbreiterung
- 5: kleiner verbleibender Hohlraum im Bereich des Grabengebietes 1 normaler Breite.
- 6: Stelle der seitlichen Verfüllung
- 9: Material, mit dem der Graben verfüllt ist
- 10: Silizium-Umgebung
- Pfeile zwischen den Wänden 4: Richtung der Schichtabscheidung

Figuren 4,4d,e,f

- 1: zu verfüllendes Grabengebiet
- 2: geringfügige Grabenverbreiterung
- 3: konischer Übergangsbereich
- 5: kleiner verbleibender Hohlraum im Bereich des normalen Grabengebietes
- 6: Stelle der seitlichen Verfüllung
- 7: Stelle der hermetischen Abdichtung im Bereich der konischen Übergangszone
- 8: Etwas größerer verbleibender Hohlraum im Bereich der geringfügigen Grabenverbreiterung
- 9: Material, mit dem der Graben verfüllt ist
- 10. Silizium-Umgebung

* * * * *

Ansprüche:

1. **Verfahren** zum hermetisch dichten Verschließen von dielektrisch isolierenden Trenngräben (trenches) durch Füllen mittels eines Abscheideverfahrens, wobei die Gräben (1,2) an bestimmten Stellen (2) geringfügig verbreitert werden und ein Niederdruck-Abscheideverfahren so eingesetzt wird, dass die sich beim Füllen im Bereich der normal breiten Gräben durch Schließen der oberen Grabenbereiche mit einem Füllmaterial (9) bildenden Hohlraumkanäle (5) in Längsrichtung des Grabens durch Niederdruck-Materialabscheidung aus dem verbreiterten Grabenbereich (2,3) in Grabenlängsrichtung hermetisch dicht verschlossen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die verbreiterten Grabenstellen (2,3) in der Nähe der Verbindungsflächen der beiden Halbleiterscheiben beim Bonden der beiden Scheiben dichter angebracht werden als entlang der anderen Teile der Isolationsgräben.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die verbreiterten Grabenstellen (2,3) in regelmäßigen Abständen angebracht werden.
4. **Anordnung**, hergestellt oder herstellbar nach einem der vorgenannten Verfahren.

5. **Verfahren** zum hermetisch dichten Verschließen von dielektrisch isolierenden Trenngräben (trenches 1,2) durch Füllen mittels eines Abscheideverfahrens,
 - (i) wobei die Trenngräben (1,2) an zumindest einer bestimmten Stelle geringfügig verbreitert werden (2,3);
 - (ii) ein Niederdruck-Abscheideverfahren eingesetzt wird, um - sich beim Füllen im Bereich der normal breiten Trenngräben (1) durch Schließen von oberen Grabenbereichen mit Füllmaterial (9) bildenden - Hohlraum (5) in Längsrichtung des Trenngrabens durch eine Niederdruck-Materialabscheidung aus dem verbreiterten Grabenbereich (2,3) in Grabenlängsrichtung hermetisch dicht zu verschliessen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die verbreiterten Grabenstellen (2) in der Nähe von Verbindungsflächen von zwei Halbleiterscheiben beim Bonden der Scheiben dichter angebracht werden als entlang der anderen Abschnitte der Isolationsgräben.
7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei mehrere verbreiterte Grabenstellen (2) in regelmäßigen Abständen angebracht werden, zur Bildung von Dichtstellen längs eines Kanals (1,2,1).
8. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die geringfügig verbreiterten Trenngräben (1,2) an der zumindest einen bestimmten Stelle um nicht mehr als die Breite des Grabens (1) an der nicht erweiterten Stelle verbreitert sind.
9. Verfahren nach Anspruch 8 oder 5, wobei die Verbreiterung (2,3) über konische Abschnitte (3) erfolgt.
10. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Niederdruckverfahren annähernd mit Vakuum arbeitet.
11. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Verbreiterung (2,3) auf zumindest einem kurzen Stück erfolgt, relativ zur Gesamtlänge des Kanals.
12. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Dimensionierung des Abscheidungsprozesses und der Grabenanordnung derart erfolgen, dass eventuell verbleibende seitliche Hohlräume (5) völlig abgedichtet sind, bevor sich der Grabenabschnitt mit der geringfügigen Verbreiterung (b2) nach oben hin schließt, und damit eine weitere Verfüllung nicht mehr stattfinden kann.

- 13. Einrichtung** mit einer mit Trenngräben versehenen Scheibe, die hermetisch dicht verschlossene, dielektrisch isolierende Trenngräben (trenches 1,2) durch Füllen mittels eines Abscheideverfahrens aufweist,
- (i) wobei die Trenngräben (1,2) an zumindest einer bestimmten Stelle geringfügig verbreitert sind (2,3);
 - (ii) über ein Niederdruck-Abscheideverfahren die sich beim Füllen im Bereich der normal breiten Gräben (1) durch Schließen der oberen Grabenbereiche mit Füllmaterial bildenden Hohlraumkanäle (5) in Längsrichtung des Grabens durch Niederdruck-Materialabscheidung aus dem verbreiterten Grabenbereich (2,3) in Grabenlängsrichtung hermetisch dicht verschlossen sind (7).

* * *

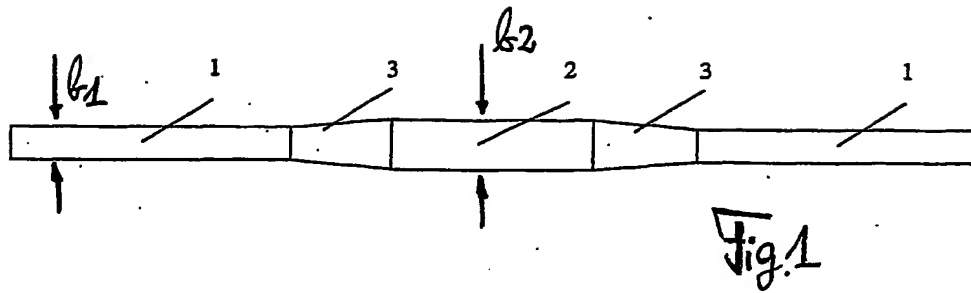
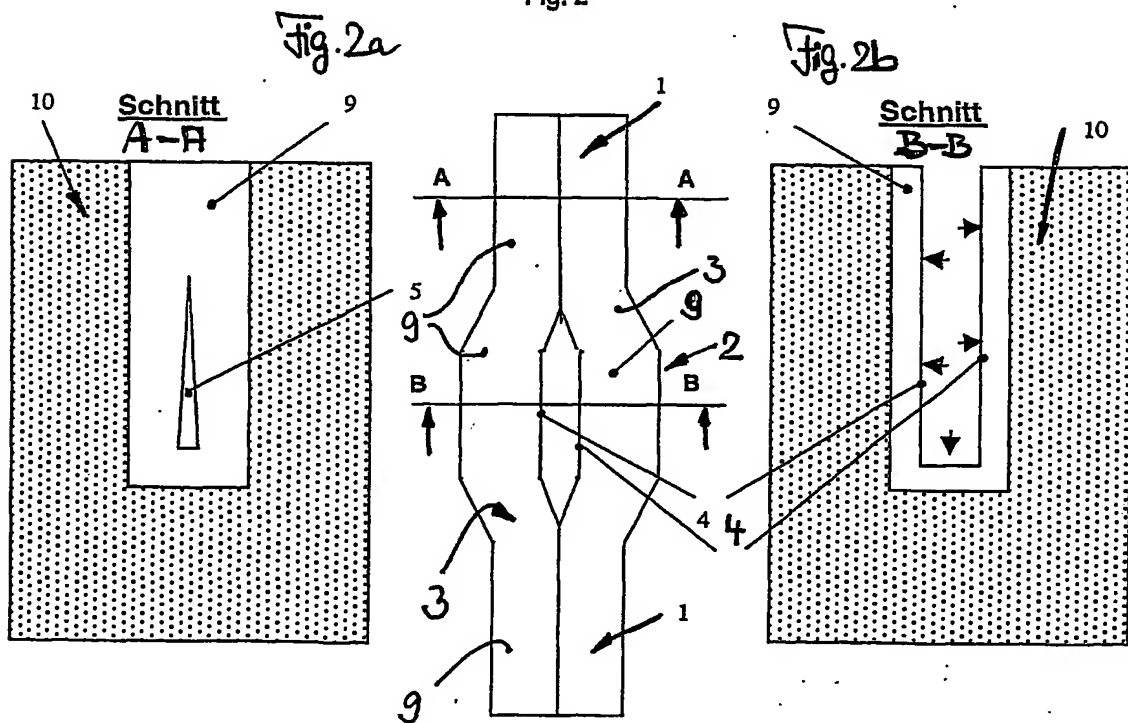


Fig. 2



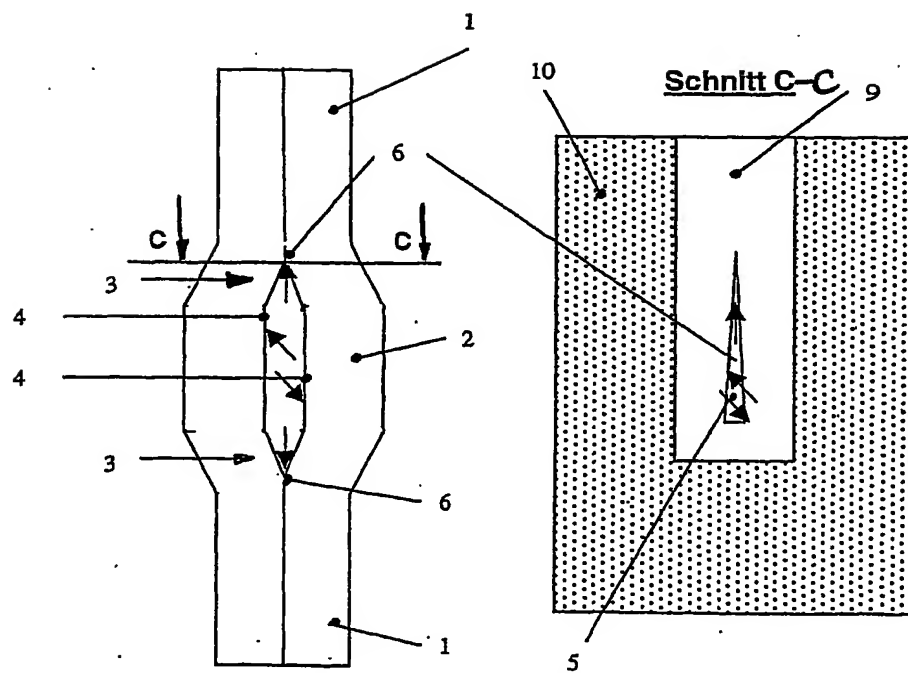
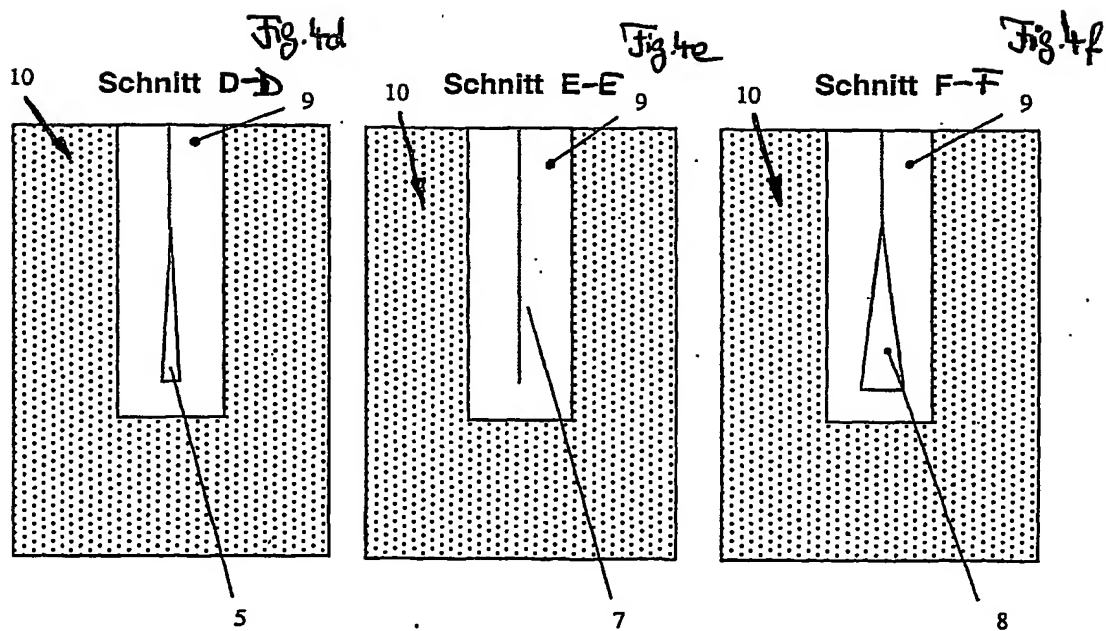
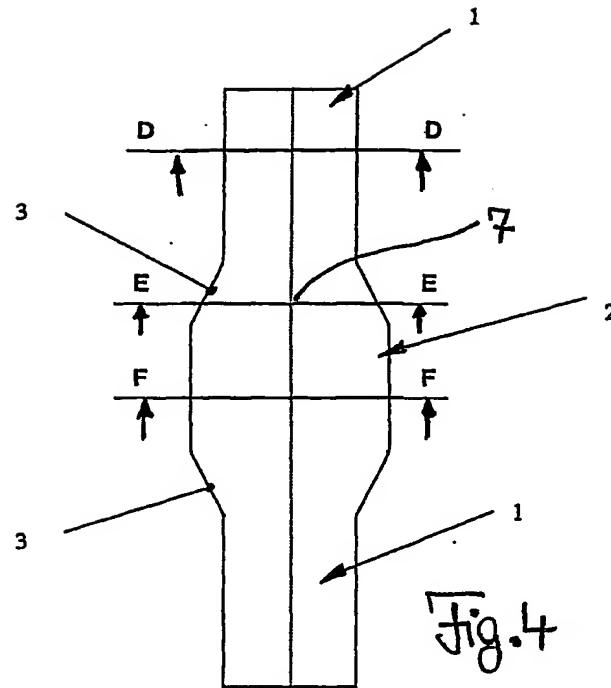


Fig. 3

Fig. 3c



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/04014

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L21/764

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, INSPEC, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 508 234 A (DUSABLON SR MICHAEL S ET AL) 16 April 1996 (1996-04-16) column 7, line 6 -column 8, line 22; figures 8D-9C	1,3,5,7, 10-13
Y	US 6 335 261 B1 (NATZLE WESLEY ET AL) 1 January 2002 (2002-01-01) column 1, line 64 -column 5, line 5; figures 1D-2C	1,3,5,7, 10-13
A	US 4 533 430 A (BOWER ROBERT W) 6 August 1985 (1985-08-06) column 8, line 8 -column 8, line 52; figures 4A-4D	1,3,5,7, 13
A	US 2002/171118 A1 (FALTERMEIER JOHNATHAN E ET AL) 21 November 2002 (2002-11-21)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 March 2004

Date of mailing of the international search report

05/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hedouin, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

patent family members

International Application No
PCT/DE 03/04014

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5508234	A	16-04-1996	US 5514832 A US 5666000 A	07-05-1996 09-09-1997
US 6335261	B1	01-01-2002	NONE	
US 4533430	A	06-08-1985	EP 0167597 A1 JP 61501060 T WO 8503041 A1	15-01-1986 22-05-1986 18-07-1985
US 2002171118	A1	21-11-2002	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

International Patentzeichen
PCT/DE 03/04014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L21/764

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, INSPEC, PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 508 234 A (DUSABLON SR MICHAEL S ET AL) 16. April 1996 (1996-04-16) Spalte 7, Zeile 6 -Spalte 8, Zeile 22; Abbildungen 8D-9C	1,3,5,7, 10-13
Y	US 6 335 261 B1 (NATZLE WESLEY ET AL) 1. Januar 2002 (2002-01-01) Spalte 1, Zeile 64 -Spalte 5, Zeile 5; Abbildungen 1D-2C	1,3,5,7, 10-13
A	US 4 533 430 A (BOWER ROBERT W) 6. August 1985 (1985-08-06) Spalte 8, Zeile 8 -Spalte 8, Zeile 52; Abbildungen 4A-4D	1,3,5,7, 13
A	US 2002/171118 A1 (FALTERMEIER JOHNATHAN E ET AL) 21. November 2002 (2002-11-21)	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benützung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. März 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/04/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hedouin, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die

den Patentfamilie gehören

Internationales Patentzeichen

PCT/DE 03/04014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5508234 A	16-04-1996	US 5514832 A	07-05-1996
		US 5666000 A	09-09-1997
US 6335261 B1	01-01-2002	KEINE	
US 4533430 A	06-08-1985	EP 0167597 A1	15-01-1986
		JP 61501060 T	22-05-1986
		WO 8503041 A1	18-07-1985
US 2002171118 A1	21-11-2002	KEINE	